

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11223637 A**

(43) Date of publication of application: **17.08.99**

(51) Int. Cl

**G01N 37/00**

(21) Application number: **10024447**

(22) Date of filing: **05.02.98**

(71) Applicant: **JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP**

(72) Inventor: **SUEOKA KAZUHISA**

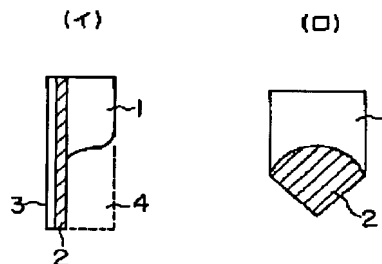
(54) **THIN FILM SPIN PROBE**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately/easily measure a parallel/vertical spin polarizing component in the sample surface by forming a thin film to support an active probe area on a substrate, and removing a prescribed place of the substrate by selective etching after also forming a thin film of an active probe area on the thin film.

SOLUTION: A thin film 2 of AlGaAs is formed on a substrate 1, and a thin film 3 of GaAs is also formed on it. The thin film 2 of AlGaAs is transparent to the exciting light, and has a support function to support an active probe area. The thin film 3 of GaAs is an active probe area, has a shutting-in function of a light exciting carrier, and is composed of a quantum structure of a quantum well/multiple quantum well structure. A thin film spin probe is formed by cleaving the center of the residual thin film part in two directions by removing a part 4 of a substrate 1 of a probe material by selective etching by using an alkali etchant after forming thin films of two layers on the substrate 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-223637

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
G01N 37/00

識別記号

F I  
G01N 37/00

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平10-24447

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月5日

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 末岡 和久

北海道札幌市東区北35条東3-1-10 □  
ピア東麻布108号

(74) 代理人 弁理士 長瀬 成城

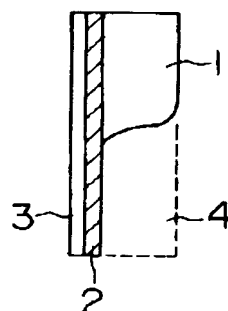
(54) 【発明の名称】 薄膜スピンプローブ

(57) 【要約】

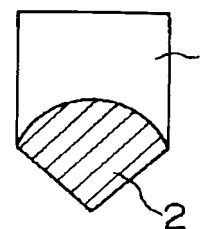
【課題】 特に試料表面に平行なスピン偏極成分と垂直なスピン偏極成分の測定が可能な薄膜スピンプローブを提供する。

【解決手段】 基板1に、活性探針領域の薄膜を支える薄膜2を形成し、さらにその薄膜上に活性探針領域の薄膜3を形成し、基板の所定箇所を選択エッチングにより除去して構成したことを特徴とする薄膜スピンプローブ。

(イ)



(ロ)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板1に、活性探針領域の薄膜を支える薄膜2を形成し、さらにその薄膜上に活性探針領域の薄膜3を形成し、基板の所定箇所を選択エッチングにより除去して構成したことを特徴とする薄膜スピンプローブ。

【請求項2】前記基板はGaAsからなり、前記活性探針領域の薄膜を支える薄膜はAlGaAsからなり、前記活性探針領域の薄膜はGaAsからなることを特徴とする請求項1に記載の薄膜スピンプローブ。

【請求項3】基板10上に透明な支持膜11を形成し、その上に発光領域を構成する薄膜12を形成し、さらにその上に薄い障壁層13を形成し、基板の所定箇所を選択エッチングにより除去して構成したことを特徴とする薄膜スピンプローブ。

【請求項4】前記基板はGaAsからなり、前記透明な支持膜はAlGaAsからなり、発光領域を構成する薄膜はGaAsからなり、薄い障壁層はAlAsからなることを特徴とする請求項3に記載した薄膜スピンプローブ。

【請求項5】前記基板への薄膜の形成は薄膜形成装置により形成したことを特徴とする請求項1～請求項4に記載の薄膜スピンプローブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スピン偏極走査型トンネル顕微鏡に用いる薄膜スピンプローブに関するものであり、特に試料表面に平行なスピン偏極成分と垂直なスピン偏極成分の測定が可能な薄膜スピンプローブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】走査型トンネル顕微鏡で試料表面のスピン偏極成分の測定を可能にするために半導体単結晶をへきかいして作製したプローブの利用が試みられている。このプローブを使用してスピン偏極成分を測定する一例を図6を参照して簡単に説明すると、図6において101は半導体単結晶をへきかいして作製したプローブ、102はスピン偏極成分が測定される試料体であり、この試料体102は透明基板（ガラス、マイカ等）102aの上に励起光が透過するほど薄くした磁性体薄膜（試料）102bを載せて作製されている。そして、励起光を図のように試料に垂直方向から透過させ、透過光をプローブ101に照射することで試料102b表面の垂直なスピン偏極を検出できるようになっている。

【0003】しかし上述のような測定方法では、

a) プローブを光励起するために、励起光を薄くした試料側より試料を透過させる必要があり、試料の厚さに制約が生じる。

b) 半導体をへきかいして作製したプローブではプローブが厚いため、光を試料面に垂直にプローブ側から照射しても励起光の吸収定数が大きく高々1μm程度しか励

起光が進入できず、先端で効率良い電子励起は期待できない。

c) 試料面内成分（平行成分）の測定時にはプローブ側面より励起光を照射するが、プローブが3次的に広がりを持っており、効率良く励起できない。

d) 薄膜スピンプローブに励起電子スピン偏極状態の制御や発光効率向上のための量子構造を造り込むことが難しく、発光型の薄膜スピンプローブを作製することが困難である。

等の問題点がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、GaAsの基板上に薄膜形成装置を用いてGaAs/AlGaAsの薄膜を形成し、前記基板の一部を選択エッチングにより除去することによって薄膜スピンプローブを作製することにより、上記問題点を解決することを目的とする。また、GaAsからなる基板上に薄膜形成装置によりAlGaAsなどからなる透明な支持膜を形成し、その上に発光領域を構成する薄膜を形成し、さらにその上に薄い障壁層し、前記基板の一部を選択エッチングにより除去することによって発光型の薄膜スピンプローブを作製することにより、上記問題点を解決することを目的とする。

【0005】本発明では、薄膜スピンプローブにおいてプローブが励起光を透過するほど十分に薄く作ることが可能であるためにプローブ側からの励起光の照射が可能であり、試料の厚さに制約がなくなる。試料励起光が透過する時に発生する磁気円二色性効果の影響も軽減できる。半導体ヘテロ接合の作製技術を利用することにより励起キャリアを有効に閉じ込める構造あるいはスピン偏極状態を制御するための構造をもったプローブを作製することができる。薄膜スピンプローブでは試料面に水平なスピン偏極成分の測定も有効である。この時半導体ヘテロ接合を持つ薄膜スピンプローブではキャリアの有効閉じ込めが可能であり、単結晶へきかいプローブで問題とされている減偏極効果を低減することができる。また、単結晶へきかいプローブでは検出しづらかった発光も量子井戸構造を利用することによって発光効率を上げることができ、感度の高いスピン偏極測定が可能となる。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】このため本発明は、基板に、活性探針領域の薄膜を支える薄膜を形成し、さらにその薄膜上に活性探針領域の薄膜を形成し、基板の所定箇所を選択エッチングにより除去して構成したことを特徴とする薄膜スピンプローブであり、前記基板はGaAsからなり、前記活性探針領域の薄膜を支える薄膜はAlGaAsからなり、前記活性探針領域の薄膜はGaAsからなることを特徴とする薄膜スピンプローブであり、また、基板上に透明な支持膜を形成し、その上に発

光領域を構成する薄膜を形成し、さらにその上に薄い障壁層を形成し、基板の所定箇所を選択エッチングにより除去して構成したことを特徴とする薄膜スピンプローブであり、前記基板はGaAsからなり、前記透明な支持膜はAlGaAsからなり、発光領域を構成する薄膜はGaAsからなり、薄い障壁層はAlAsなどからなることを特徴とする請求項3に記載した薄膜スピンプローブであり、前記基板への薄膜の形成は薄膜形成装置により形成したことを特徴とする薄膜スピンプローブである。

【0007】

【実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面に基づいて説明すると、図1(イ)は第1実施形態に係わる薄膜スピンプローブの側面図、同(ロ)は正面図である。図1において、1は、たとえばGaAsからなる薄膜スピンプローブを構成する基板であり、この基板1上にモレキュラービームエピタキシー装置(MBE)、液相成長装置(LPE)、化学気相成長装置(CVD)、有機金属CVD(MOCVD)装置など現在III-V属半導体多層膜作成に用いられる装置等からなる薄膜形成装置によりAlGaAsの薄膜2を形成し、さらにその上にGaAsの薄膜3を形成する。

【0008】AlGaAsの薄膜2は、励起光に対しては透明であり、活性探針領域を支える支持機能を有している。GaAsの薄膜3は、活性探針領域であり、光励起キャリアの閉じ込め機能をもつとともに量子井戸、多量子井戸構造等の量子構造からなる。この薄膜3ではキャリア寿命、スピン寿命、スピン偏極度の制御が成されている。

【0009】上記のように基板上に2層の薄膜を形成したものを、その後、アルカリエッチャントを用いて、プローブ材料の基板1の一部分4を選択エッチングにより除去し〔図(イ)参照〕、残った薄膜部分の中央を2方向にへきかいして図1に示すような薄膜スピンプローブを形成する。

【0010】上記第1実施形態に係わる薄膜スピンプローブを使用して試料面内のスピン偏極を測定する例を説明する。図2は試料面と平行なスピン偏極成分を測定する方法であり、薄膜スピンプローブを図のように試料に対してほぼ垂直に配置し、薄膜スピンプローブに対してほぼ垂直(試料面に対してはほぼ平行)の励起円偏光を照射すると、図2に示すように電子がトンネルし、その時の電流を測定することで、試料面内と平行なスピン偏極成分を測定することができる。また、図3は試料面と垂直なスピン偏極成分を測定する方法であり、薄膜スピンプローブを図のように試料に対してほぼ平行に配置し、薄膜スピンプローブに対してほぼ垂直(試料面に対してはほぼ垂直)の励起円偏光を照射すると、図3に示すように電子がトンネルし、その時の電流を測定することで、試料面内と平行なスピン偏極成分を測定すること

ができる。

【0011】図4は本発明の第2実施形態に係わる光発光型の薄膜スピンプローブの側面図である。図4において、10は、たとえばGaAsからなる薄膜スピンプローブを構成する基板であり、この基板10上にモレキュラービームエピタキシー装置(MBE)、液相成長装置(LPE)、化学気相成長装置(CVD)、有機金属CVD(MOCVD)装置など現在III-V属半導体多層膜作成に用いられる装置等からなる薄膜形成装置によりAlGaAsからなる透明な支持膜11を形成し、その上に発光領域を構成するGaAsの薄膜12を形成し、さらにその上にAlAsなどからなる薄い障壁層13を形成する。

【0012】上記のように基板上に3層を積層したものを、その後、アルカリエッチャントを用いて、プローブ材料の基板1の一部分を第1実施形態と同様に選択エッチングにより除去し、残った薄膜部分の中央を2方向にへきかいして薄膜スピンプローブを形成する。

【0013】図5は第2実施形態に係わる薄膜スピンプローブを用いて試料面内のスピン偏極成分を測定方法であり、図5に示すように試料面とほぼ平行に薄膜スピンプローブを配置すると、試料中の偏極電子は薄膜スピンプローブの障壁層を透過して発光領域で再結合して発光する。この発光状態を測定することで試料面内のスピン偏極成分を測定することができる。

【0014】以上本発明に係わる実施の形態について説明したが、例えば、基板材料、支持膜材料、探針領域材料、発光材料などは上記したものに限定されることなく、同様の機能を奏する材料であれば、種々の材料(たとえば、InP、InAs、GaP、GaN等のIII-V属化合物半導体およびそれらの混晶)を使用することができる。また本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

【0015】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、

(1) 試料面内の平行、垂直のスピン偏極成分の測定を精度良く、かつ簡単に行うことができる。

(2) 試料の厚さに制約が無く、試料表面より励起照射することが可能であり、試料に垂直なスピン偏極成分の測定が可能となる。

(3) 発光型検出プローブでは、界面制御したヘテロ構造をプローブとして利用することが可能となる。

等の優れた効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (イ)は本発明の第1実施形態に係わる薄膜スピンプローブの側面図、同(ロ)は正面図である。

【図2】 試料面と平行なスピン偏極成分を測定する方

法の説明図である。

【図 3】 試料面と垂直なスピン偏極成分を測定する方法の説明図である。

【図 4】 本発明の第 2 実施形態に係わる光発光型の薄膜スピンプローブの側面図である。

【図 5】 第 2 実施形態に係わる薄膜スピンプローブを用いて試料面内のスピン偏極成分を測定方法の説明図である。

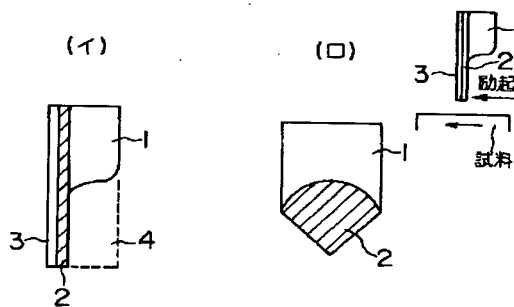
【図 6】 従来の試料面内のスピン偏極成分を測定する方法の説明図である。

# 【符号の説明】

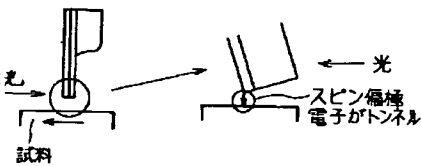
- |    |                     |
|----|---------------------|
| 1  | 基板                  |
| 2  | AlGaAs 等の薄膜         |
| 3  | GaAs 等の薄膜           |
| 4  | 基板除去部分              |
| 10 | 基板                  |
| 11 | 透明な AlGaAs 等の支持膜    |
| 12 | 発光領域を構成する GaAs 等の薄膜 |
| 13 | AlAs などからなる薄い障壁層    |

10

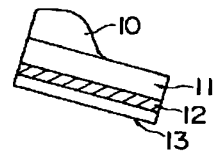
【図 1】



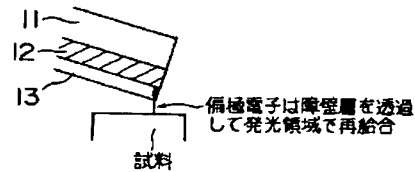
【図 2】



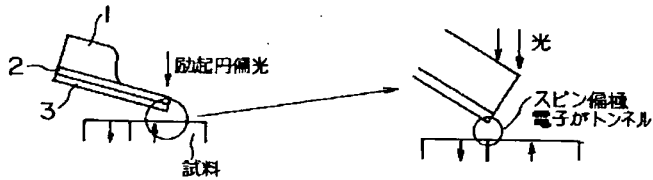
【図 4】



【図 5】



【図 3】



【図 6】

